

**R E M A R K S**

Claims 1 to 18 are currently pending

Claims 1, 12 and 15 are independent

Claims 1-4, 7, 11, 12, and 15-18 stand rejected under 35 U.S.C. Sec. 103(a) as being unpatentable over U.S. Patent No. 6,284,006 to *Siefering et al.* (hereinafter "*Siefering*") in view of U.S. Patent Application No. 2003/0118966 to *Tsutsui et al.* (hereinafter "*Tsutsui*"). The Applicants traverse the rejection. As will be detailed below, the Applicants respectfully submit that *Tsutsui* is not a proper reference under 35 U.S.C. § 102(e). Regarding *Siefering*, the Applicants submit that this reference does not disclose or suggest all the features recited in claims 1-4, 7, 11, 12, and 15-18. Thus, these claims are patentable over *Siefering* in view of *Tsutsui*.

The Applicants respectfully submit that *Tsutsui* is not a prior art reference under 35 U.S.C. §102(e). In particular, while the application on which *Tsutsui* claims priority (PCT/JP01/04392 which corresponds to published application no. WO 01/92800 A1) designated the U.S., the application was not published in the English language, as required under 35 U.S.C. §102(e). Instead, as may be seen with reference to Exhibit A, Application No. WO 01/92800 A1 was published in the Japanese language. Furthermore, the Applicants submit that the portions of *Tsutsui* relied in the Office Action, namely a metal having a thermal conductivity coefficient of less than about 1536 Btu inch/(hr)(ft<sup>2</sup>)(°F) and recesses in a thermally isolating interface may have originally been published in the Japanese language, but clearly not in English. (See Exhibit A)

The Applicants submit that *Siefering* does not disclose all the features recited in claims 1 and 12. For example, claims 1 and 12 recite an apparatus comprising, among other features, a thermally isolating interface "which is made of a metal having a thermal conductivity coefficient of less than about 1536 Btu inch/(hr)(ft<sup>2</sup>)(°F)." As correctly pointed out in the Office Action, *Siefering* does not disclose this feature. See e.g., the Office Action at page 3.

In addition, claims 1, 12, and 15 recite a face "wherein said face includes a beveled recess such that, when said face abuts said port, a thermally isolating volume is defined within said recess." The Applicants submit that *Siefering* does not disclose or suggest this feature. While *Siefering* does disclose an insulator plate 76, *Siefering* does not disclose that the insulator plate 76 has a face which includes a recess such that a thermally isolating volume is defined within the recess when the face abuts a port. Accordingly, the Applicants submit that claims 1, 12, and 15 are patentable over the cited references and respectfully request that the rejection be withdrawn. Similarly, claims 2-4, 7, 11, 12, and 16-18, which variously depend from claims 1, 12, and 15, are also patentable for at least the same reasons.

Claims 5, 6, and 14 stand rejected under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over *Siefering* and *Tsutsui* as applied to claims 1-4, 7, 11, 12, and 15-18 above, and further in view of U.S. Patent No. 3,866,926 to *Traum* (hereinafter "*Traum*"). The Applicants traverse the rejection.

As mentioned above, claims 1 and 12, the base claims from which claims 5, 6, and 14 respectively depend, are patentable over *Siefering* and *Tsutsui*. In addition, *Traum* does not overcome the previously noted shortcomings of *Siefering* and

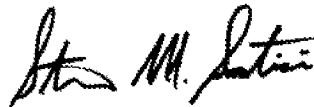
*Tsutsui*. Accordingly, claims 5, 6, and 14 are patentable over the cited references and the Applicants request that the rejection be withdrawn.

Claims 8-10 stand rejected under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over *Siefering* and *Tsutsui* as applied to claims 1-4, 7, 11, 12, and 15-18 as previously discussed, and further in view of U.S. Patent No. 4,531,047 to *Canfield et al.* (hereinafter "*Canfield*"). The Applicants traverse the rejection.

As previously detailed, claim 1, the base claim from which claims 8-10 depend, is patentable over *Siefering* and *Tsutsui*. In addition, *Canfield* does not overcome the previously noted shortcomings of *Siefering* and *Tsutsui*. Accordingly, claims 8-10 are patentable over the cited references and the Applicants request that the rejection be withdrawn.

The Applicants believe all of the claims are in condition for allowance, and respectfully request reconsideration and allowance of the same. The Applicants have indicated any additional amount due regarding this amendment in the transmittal filed herewith. If any other fees are required, however, please charge Deposit Account No. **04-1696**. If any petition for extension of time is required, please accept this sentence as a request for additional time to respond and charge Deposit Account No. **04-1696** any required fees. The Applicants encourage the Examiner to telephone the Applicant's attorney should any issues remain.

Respectfully Submitted,



Steve M. Santisi, Esq.  
Registration No. 40,157  
Dugan & Dugan, PC  
Attorneys for Applicants  
(914)332-9081

Dated: September 18, 2006  
Tarrytown, New York

## **EXHIBIT A**

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 12 月 6 日 (06.12.2001)

PCT

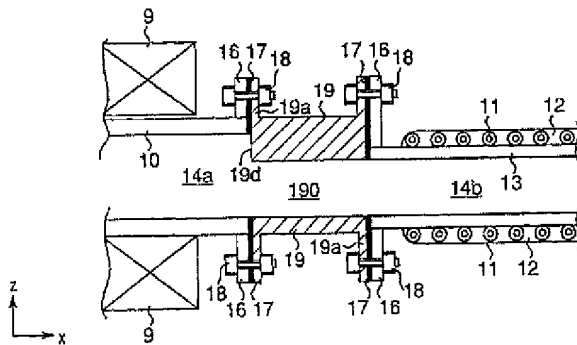
(10) 国際公開番号  
WO 01/92800 A1

- (51) 国際特許分類: F27B 5/02, 5/10, 9/02, 9/08, 9/40 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/04392 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 筒井裕二 (TSUTSUI, Yuji) [JP/JP]; 〒573-0081 大阪府枚方市釈尊寺町26-34-201 Osaka (JP). 中 裕之 (NAKA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒536-0014 大阪府大阪市城東区鳴野西1丁目14-22 Osaka (JP).  
(22) 国際出願日: 2001 年 5 月 25 日 (25.05.2001)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 青山 葆, 外 (AOYAMA, Tamotsu et al.); 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).  
(30) 優先権データ: 特願2000-160095 2000 年 5 月 30 日 (30.05.2000) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP). (81) 指定国 (国内): KR, SG, US.  
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: HEAT TREATMENT APPARATUS

(54) 発明の名称: 熱処理装置



(57) 要約:

(57) Abstract: A heat treatment apparatus comprises heat treatment chambers into which an object is transferred and heat-treated. At least one set of adjacent heat treatment chambers the temperatures of which are mutually different are connected through a heat-insulating structural member. As a result, the heat conduction between the heat treatment chambers (for example, muffles) is suppressed, and consequently the heat loss caused in the heat treatment chambers are decreased. Therefore the required heat input energy for predetermined heat treatments are significantly reduced without influencing the quality of the object and the yield.

複数の熱処理室を含んで成り、熱処理室内で被処理物が搬送されて熱処理される熱処理装置において、熱処理室内の温度が相互に異なる、少なくとも1組の隣接する2つの熱処理室を断熱構造部材を介して接続することにより、熱処理室(例えばマッフル)間の熱伝導を抑制して熱処理装置で生じる熱損失を小さくし、したがって、被処理物の品質および歩留まりに影響を与えることなく、所定の熱処理を実施するのに必要な入熱エネルギーを大幅に減少させる。



添付公開書類：  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 熱処理装置

## 5 技術分野

本発明は、製品原料、中間品または最終製品を熱処理するための熱処理装置に関する。

## 背景技術

10 プラズマ・ディスプレイ・パネル、太陽電池パネルおよび抵抗チップ等の各種デバイスおよび電子部品を最終製品とする種々の製品の製造過程において、様々の熱処理、例えば加熱および冷却処理等が利用されている。熱処理により達成される作用は数多く知られている。具体的には、乾燥、脱水、焼成、反応促進、表面改質、封着、排気、およびアニール等が知られている。

15 熱処理装置が加熱炉である場合、当該熱処理装置は、一般的に、被処理物の搬送方向に沿って複数の熱処理室を有する。各熱処理室はその内部に被処理物が熱処理される空間、即ち熱処理ゾーンを有する。加熱炉は一般に、被処理物を加熱昇温させる昇温ゾーン（昇温室）、昇温した被処理物の温度を一定に維持する恒温ゾーン（恒温室）、および被処理物を冷却降温させる降温ゾーン（降温室）を  
20 熱処理ゾーンとして有する。被処理物は、各ゾーンを上述の順で通過する間に所定の熱処理に付される。通常、昇温ゾーンでは熱が加えられ、恒温ゾーンでは放熱量に見合う分だけ熱が加えられ、降温ゾーンでは熱が奪われる。

したがって、被処理物に熱が加えられる昇温ゾーンおよび恒温ゾーンは、加熱ゾーンと称されることもある。被処理物から熱を奪う降温ゾーンは、冷却ゾーン  
25 と称されることもある。降温ゾーンはまた、当該ゾーンに入ってから当該ゾーンを出るまでの間に下がる被処理物の温度（降温速度）に応じて、徐冷ゾーンまたは急冷ゾーンと称されることもある。一般に、徐冷ゾーンとは、ゾーン内に入ってきた被処理物の温度を例えば数℃/分～数十℃/分の割合で下げるゾーンをいう。急冷ゾーンとは、ゾーン内に入ってきた被処理物の温度を例えば数百℃/分



以上の割合で下げるゾーンをいう。

加熱ゾーンおよび冷却ゾーンの寸法は、被処理物の処理量に基づき、加熱に必要な時間、冷却速度、および取り出し温度等の熱処理条件ならびに熱処理装置の設置スペース等に応じて決定される。

- 5 複数の熱処理室を有する熱処理装置においては、各熱処理室において所定の熱処理が確実に行われるように、熱処理室内の温度（即ち、熱処理ゾーンの温度）を所定の温度状態に保つ必要がある。そのため、熱処理室内は、適当な加熱または冷却手段、および温度モニタによって温度管理される。

- 10 複数の熱処理室を有する熱処理装置には、各熱処理室内の熱処理ゾーンで被処理物を間欠的に移動させる熱処理装置と、被処理物を連続的に移動させる熱処理装置がある。被処理物が間欠的に移動させられる熱処理装置の一例は、例えば日本国特許公開第 1 1 - 1 4 2 0 6 1 号公報に記載されている。

- 15 当該公報に記載の熱処理装置は、各熱処理ゾーンが隣接する他の熱処理ゾーンから熱的に影響を受けることがないように、各熱処理ゾーンが他の熱処理ゾーンから遮蔽されることにより、各熱処理ゾーンの熱的な独立性を確保している。具体的には、この熱処理装置は、加熱ゾーン間の境界部分に平板状のシャッタを有するシャッタ装置と、シャッタを挟むように設けられた一对の断熱壁を有する。シャッタは各加熱ゾーンを相互に遮蔽する遮蔽位置、または搬送されるワークとの干渉を避ける退避位置に位置決めされる。即ち、シャッタはワークが加熱ゾーン間を移動するときに退避位置に位置させられ、ワークが加熱ゾーンに搬入されると遮蔽位置に位置させられる。加熱ゾーンに搬入されたワークは、加熱ゾーンで停止又は往復移動して、所定の温度となるように熱処理される。

- 20 この熱処理装置においては、シャッタが各加熱区分を相互に遮蔽するとともに、加熱ゾーン間の境界部分に設けられた断熱壁自身と断熱壁相互間に形成される空気層が断熱作用を奏する。これにより、各加熱区分が隣接する他の加熱ゾーンから受ける熱的な影響が可及的に低減させられる。断熱壁の間に形成される空気層はまた、高温側の加熱ゾーンから低温側の加熱ゾーンに対する直接的な伝熱を妨げる。したがって、この熱処理装置によれば、ワークを間欠送りしてシャッタを閉じた後、各加熱区分の温度を所定温度に速やかに制御できる。即ち、この熱処
- 25

理装置は、可動シャッタと断熱壁によって各熱処理ゾーンの独立性を確保している。それにより、被処理物の品質が確保されるとともに、熱処理装置全体の長さを短くできるという利点がもたらされる。

次に、被処理物が連続的に移動させられる熱処理装置について説明する。

- 5 複数の熱処理室を有し、被処理物が連続的に移動させられる熱処理装置の1つとして、適当な加熱手段または冷却手段で加熱または冷却された、マッフルと呼ばれるトンネル状構造を有する熱処理室内で、被処理物を搬送しつつ、被処理物を間接的に熱処理する装置がある。被処理物の搬送は、メッシュベルトコンベアまたはローラハース等の搬送手段を用いて実施される。この種の熱処理装置はしばしばマッフル炉またはマッフル構造型加熱炉と呼ばれる。マッフル炉において、  
10 熱処理ゾーンはマッフルの壁で画定され、この熱処理ゾーンは、マッフルの外側に配置した加熱手段等によって所定温度に維持された熱処理雰囲気である。

- 「熱処理雰囲気」とは、被処理物が配置される空間をいい、当該空間に配置された被処理物に熱を加えること又は被処理物から熱を奪うことは、当該空間に含まれるガス、加熱装置、冷却装置、および／または当該空間を画定する壁によつてなされる。「熱処理雰囲気」は単に「雰囲気」ともいう。熱処理雰囲気に含まれるガスは「雰囲気ガス」ともいう。
- 15

- マッフル炉においては、被処理物はこの熱処理雰囲気内で搬送されて、マッフルを構成する壁の内側面を介して間接加熱または間接冷却されることにより、所望のように熱処理される。マッフル炉においては、熱処理ゾーンに加熱手段等が存在しないため、例えば、ヒータ形状に起因する熱処理ゾーンでの加熱ムラならびに加熱制御の変動が緩和される。即ち、熱処理ゾーンはより均一な熱処理雰囲気であるから、被処理物を所望の温度プロファイルにて安定的に熱処理することができる。
- 20

- 25 マッフルは一般に金属製筒状構造体である。マッフルとしては、例えば筒状に一体加工されたものが用いられる。あるいは、断熱性のブロック板で四方を囲むことによって、方形の筒状体のマッフルを形成することができる。

マッフル炉の基本的構成の一例を図13に示す。図示するマッフル炉(100)は、被処理物の搬送方向に沿って、被処理物を加熱昇温させる加熱ゾーン(加熱

室)と、被処理物を冷却降温させる冷却ゾーン(冷却室)とを有する。被処理物は各ゾーンを順次連続的に通過し、この間に所定の熱処理が被処理物に施される。

図13に示すマッフル炉をさらに詳しく説明する。加熱ゾーンを形成する加熱マッフル(2)は金属材料から成り、その外壁面は電気ヒータモジュール(1)で囲まれている。加熱マッフル(2)は電気ヒータモジュール(1)で加熱され、所望の熱処理に応じて所定温度に維持されている。冷却ゾーンを形成する冷却マッフル(8)もまた金属材料から成る。冷却マッフル(8)の外壁面には冷却水管(7)が配置され、冷却マッフル(8)内は冷却水管(7)内を通る冷却水によって、所定温度に維持されている。ヒータモジュール(1)を含むマッフル全体は、壁(または外パネル)(110)によって囲繞されている。

加熱マッフル(2)内では、搬送体であるメッシュベルト(3)が連続的に一方方向へ移動する。熱処理する被処理物(4)はこのメッシュベルト(3)に載せられて搬入部(5)から搬出部(6)に向かって移動する。図示した態様では、メッシュベルトは装置の設置面(図13に示すX-Y平面)に平行に配置されてX方向に移動している。

メッシュベルト以外の搬送体としては、多数の円柱状ローラを、その長手方向が搬送方向に対して垂直に、かつ装置の設置面(図13に示すX-Y平面)と平行になるように(即ち、図13のY方向に沿って)並べて形成した搬送体がある。そのような搬送体は一般に「ローラーハース」と呼ばれる。ローラーハースを用いる場合、被処理物はローラの回転駆動により搬送される。

被処理物(4)は、所定温度に維持された加熱マッフル(2)内を通過している間に加熱される。メッシュベルト(3)と被処理物(4)は加熱マッフル(2)内を通過した後、冷却マッフル(8)内を通過する。冷却マッフル(8)内を通過する被処理物(4)は、冷却水管(7)内を通過する冷却水によって間接的に冷却される。

次に、マッフルとマッフルとが接続されている部分、即ち、マッフル接続部分周辺を説明する。図14は、加熱ヒータ(9)が周囲に配置された加熱マッフル(10)と、冷却水管(11)が表面に耐熱セメント(12)等で接着された冷却マッフル(13)との接続部分を模式的に断面図にて示している。加熱マッフル(10)

と冷却マッフル (13) とは、接続部 (図示した態様においてはフランジ) (16) でボルト/ナット (18) により機械的に接続されている。接続部 (16) の間には、不燃性の材料 (例えば、石綿または不燃カーボン系材料) から成るシール材 (17) が挟み込まれている。シール材は、各マッフル (10、13) 内の熱処理ゾーン (14a, 14b) に含まれる雰囲気ガスが、接続部分から各マッフル (10、13) の外部雰囲気 (15) へ漏出するのを防止するために使用される。かかるマッフル炉においては、被処理物 (25) が連続的に送られるため、各加熱ゾーンの独立性はほとんどない。

このようなマッフル炉においては、加熱ヒータ (9) によって供給される熱エネルギーのうち、被処理物の加熱処理に利用される熱エネルギーの割合、即ち有効熱効率が極めて小さいという問題がある。ここで、有効熱効率とは、加熱ヒータ (9) によって熱処理装置に投入したエネルギーのうち、被処理物の加熱処理に利用される熱エネルギーの割合をいう。有効熱効率が小さい熱処理装置において、加熱ヒータ (9) により供給される熱エネルギーの大部分は、実際の熱処理に使用されない無駄なエネルギーであり、熱損失と呼べる。

例えば、被処理物が電子部品または電子デバイス等の製品であり、これを加熱して焼結する場合、被処理物の熱容量は一般に極めて小さいにもかかわらず、有効熱効率は 5 % 以下である。これは、製品の品質および歩留まりを維持するために、均一かつ安定した大きな熱処理雰囲気の中で熱処理が実施されることによる。

有効熱効率が低いほど、熱処理装置に供給すべき熱エネルギーの量は大きくなる。このことは、熱処理装置のランニングコストを高くし、ひいては製品のコストを上昇させる原因となる。そこで、熱処理装置に供給されるエネルギーを減少させること (即ち省エネルギー化) によるコストダウンが望まれている。特に熱エネルギーを多量に消費する熱処理装置のような生産設備の省エネルギー化は、企業の生産活動と地球環境との共生という視点からも、近年、より強く望まれている。

有効熱効率は、熱処理室内の温度差が大きい 2 つの熱処理室が隣接して含まれる熱処理装置において小さくなる傾向にある。即ち、熱損失は、図 13 に示す熱処理装置の場合、加熱マッフル (10) と冷却マッフル (13) との接続部分におい

て最も多く生じる。以下に、熱処理装置が図 1 3 に示すような加熱マッフルと冷却マッフルを備えたマッフル炉であり、これを用いて被処理物を加熱するときに熱損失が生じる理由を、加熱マッフルに供給された熱がたどる伝熱経路と併せて説明する。

- 5       マッフルの周囲に配置された加熱手段から供給された熱の一部は、マッフルを囲繞する炉壁が介在する伝熱経路を経由する。この伝熱経路をたどる熱は炉壁の外側表面から炉外に放出される。放出される熱は被処理物に伝わらないものであるから、すべて熱損失となる。

- 10       別の伝熱経路としては、冷却マッフルの外側に位置する冷却水管を流れる水がある。冷却水管を流れる水から炉外に放出される熱には、加熱マッフル内で加熱された被処理物および搬送体から放出される熱が含まれる。具体的には、搬送体等から放出される熱は、最終的に、冷却マッフル内の雰囲気ガスに伝達されて冷却マッフルの壁に伝達され、あるいは搬送体と冷却マッフルとの接触又は搬送体と冷却マッフルの壁との間で生じる熱放射により冷却マッフルの壁に伝達され、  
15       それから冷却マッフルの外側に位置する冷却水管を流れる水に伝達されて水の温度を上昇させ、それにより炉外に放出されることとなる。

- 20       さらに別の伝熱経路として、雰囲気ガスを媒体とする経路がある。この経路を通して熱が放出されるとは、雰囲気ガスの給排気により熱が炉外へ持ち出されることを意味する。このようにして放出される熱はすべて熱損失となる。雰囲気ガスにより持ち出される熱の量は熱処理方法に応じて変化する。例えば、有機溶媒等を蒸発させる乾燥処理を熱処理として実施する場合には、雰囲気ガスの給排気量が大きくなるため、それに伴って持ち出される熱の量も増加する。一方、熱処理する際に蒸発する溶媒の量が僅かである場合（例えば、セラミックを焼成する場合）には、雰囲気ガスの給排気量が少なくすみ、したがって炉外へ持ち出される熱の量は、炉壁および冷却水を経由して放出される熱の量と比較して非常に  
25       小さい。

マッフル炉のような熱処理装置に供給された入熱エネルギー（100%とする）のうち、前記の各伝熱経路を経て放出される熱エネルギーの割合は、熱処理装置の種類および操作条件（例えば、温度条件、熱処理ゾーンの雰囲気ガスの給

排気量、被処理物の搬送速度、被処理物の種類等) によって変化する。例えば、電子部品の製造工場において一般に用いられるマッフル構造型加熱炉の場合、炉壁面から放出される熱エネルギーは入熱エネルギーの30～20%程度であり、冷却水によって炉外へ放出される熱は入熱エネルギーの70～80%程度である。

5 また、雰囲気ガスによって持ち出される熱は雰囲気ガスの排出条件によって変化する。入熱エネルギーの数%～数十%となる。なお、各伝熱経路を経て放出される熱の割合は、入熱エネルギー、熱処理室内の温度、被処理物の温度ならびに冷却水管を流れる水の温度および流量等から算出できる。

冷却水によって炉外へ放出される熱の占める割合が大きい理由として、搬送体から放出される熱量が大きいことが挙げられる。通常、搬送体は、加熱ゾーンにおいて被処理物の周囲の温度を一定とするために、雰囲気ガスの温度と同じ温度となるように加熱される。一般に、搬送体は、熱処理空間にて被処理物を搬送するのに適した高い耐熱強度を有するように構成される。その結果、搬送体の寸法は大きくなる傾向にあり、それに伴って、搬送体の熱容量は必然的に大きくなる。

10 熱容量が大きくなると、昇温に必要なエネルギーはより大きくなる。したがって、搬送体を冷却すると、それに蓄積されていた大量の熱エネルギーが放出されることとなる。搬送体は熱処理装置において被処理物を所望の温度の雰囲気へ搬送するために欠くことのできないものである。しかし、搬送体から放出される熱エネルギーは、被処理物の周囲の温度を一定にすることのみを目的として供給されたものであるから、熱損失になってしまう。この熱損失は、通常、入熱エネルギーの20～30%程度を占める。

15 20

このように、熱損失が生じる原因およびその量は、ある程度明らかにされている。しかし、その検討は必ずしも十分ではなく、例えば、冷却水によって炉外へ放出される熱のうち、被処理体に伝えられた熱が冷却ゾーンにて放出されると仮定した場合に被処理体から放出される熱、および搬送体から放出される熱をそれぞれ差し引いた残りの約30～50%に相当する熱の伝熱経路の詳細な検討はな

25

されていない。

本発明はかかる実情に鑑みてなされたものであり、熱損失が生じる原因と、各原因による熱損失の割合とをより詳細に求めることによって、熱処理装置の構造上の問題点を解明し、有効熱効率がより向上した熱処理装置を提供することを課題とする。

5       本発明者らは熱損失についてさらに詳細に検討した結果、上記のマッフル炉において、冷却水管を流れる水を介して放出される熱のうち、入熱エネルギーの約25～45%に相当する熱が加熱ゾーンを画定するマッフルの壁から冷却ゾーンを画定するマッフルの壁への熱伝導に由来するものであることを見出した。そして、この熱伝導を有効に抑制する手段を熱処理装置に設けることによって、熱損失が従来のものよりも小さい本発明の熱処理装置を完成させるに至った。

10       さらに、本発明者らは、入熱エネルギーの約5～20%に相当する熱が、加熱マッフル内の雰囲気と冷却マッフル内の雰囲気との間の対流伝熱、および加熱マッフルの壁の内側面から冷却ゾーンへの輻射伝熱に由来するものであることを見出した。そして、この対流伝熱および輻射伝熱を有効に抑制する手段を、マッフル間の熱伝導を抑制する前記手段とともに熱処理装置に設けることによって、熱損失をより小さくした熱処理装置を完成させるに至った。

20       図12に、本発明者らが新たに得た知見に基づいて作成した従来の電気加熱式マッフル炉の熱勘定図の一例を示す。図12は、被処理物を焼成する熱処理であって、溶媒の蒸発を殆ど伴わず、雰囲気ガスの給排気量が小さい熱処理を実施した場合の熱勘定図に相当する。なお、図示した熱勘定図は一例にすぎず、放出される熱の割合は、熱処理の種類および炉の操作条件等によって異なる。

25       本明細書を通じて「熱処理」とは、被処理物の昇温、恒温、降温またはこれらの組み合わせの処理であって、被処理物の温度を上げる、下げる、または一定に保つこと、あるいはこれらのいずれかの組み合わせの処理であってもよく、そのために被処理物に熱を加えること、またはそれから熱を奪うこと、あるいはこれらの種々の組み合わせ（場合により断熱することを含んでもよい）のいずれの処理であってもよいことに留意すべきである。この熱処理によって、被処理物の少なくとも1つの特性（例えば、水分保有率、重量、電気抵抗、透過率、形成膜厚またはその均一性、内部応力またはひずみ、強度、組成等）が所定のように変化

する。

例えば、被処理物に熱を加える処理（即ち、加熱処理）には、被処理物の温度を所定の温度に所定時間で上げる処理、被処理物の温度を所定温度で所定時間維持する処理および被処理物を所定の温度変化条件にさらす処理等が含まれる。被  
5 処理物から熱を奪う処理（即ち、冷却処理）には、熱を加えない方法、すなわち自然冷却による方法、あるいは、動力により冷風を吹き付けたり、所定の温度に制御可能な熱を吸収する面または放熱する面等を利用した強制冷却による方法により、被処理物の温度を低下させる処理が含まれる。さらに、冷却処理には、前述の徐冷が含まれる。被処理物を徐冷する場合、被処理物は、急激な温度低下を  
10 防止するために、ヒータ等によって被処理物の温度よりも低い温度に加熱された熱処理ゾーンにて冷却処理に付されることがある。このように加熱された熱処理ゾーンで実施される熱処理であっても、被処理物の温度を低下させる処理であれば、当該処理は冷却処理であることに留意すべきである。

以下に、本発明の熱処理装置、即ち、マッフルの壁間で生じる熱伝導を有効に抑制する手段が設けられた熱処理装置を説明する。  
15

本発明は、第1の要旨において、複数のマッフルを熱処理室として含んで成り、マッフル内で被処理物が搬送されて熱処理される熱処理装置であって、マッフル内の温度が相互に異なる、少なくとも1組の隣接する2つのマッフルが断熱構造部材を介して接続されており、断熱構造部材は被処理物が通過するトンネル構造  
20 を有している熱処理装置を提供する。

マッフル内の温度は一般にマッフル内の雰囲気ガスの温度である。マッフル内の温度が異なる2つのマッフル間では熱伝導が生じる。本発明の熱処理装置は、そのような熱伝導が生じる2つのマッフルの間に断熱構造部材を介在させることによって、マッフル間の熱伝導に由来する熱損失を小さくしたものである。

断熱構造部材とは、マッフル間の熱伝導を小さくし得るように構成された部材をいう。断熱構造部材は、マッフルとマッフルとの間での被処理物の搬送が妨げられることのないようにトンネル構造を有し、その内部を被処理物が通過するようになっている。  
25

断熱構造部材が「トンネル構造」を有するとは、断熱構造部材が開放された入



口部および出口部を有する空洞部を有し、入口部から搬入された被処理物が出口部から排出される構造を有することをいう。即ち、トンネル構造を有する断熱構造部材は、被処理物の搬送方向に沿って貫通した空洞部を有する。この空洞部を被処理物の搬送方向に対して垂直な方向に切断したときに形成されるいずれの切断断面も、完全に閉じた面を形成せず、開いた部分を必ず有する。したがって、断熱構造部材を熱処理室であるマッフルとマッフルの間に配置した場合、断熱構造部材のトンネル構造は熱処理室間を連絡する通路を提供することとなる。そのようなトンネル構造は、壁で空洞部を画定することによって形成される。

本発明で用いられる断熱構造部材はまた、被処理物の搬送方向において実質的な長さ（寸法）を有するものである。即ち、断熱構造部材は、板状またはシート状でない。

マッフル間の熱伝導を小さくし得るために設けられる断熱構造部材は、具体的には以下のようにして構成される。

（１）断熱構造部材の壁を、マッフルを構成する材料よりも小さい熱伝導率を有する材料で構成する。熱伝導率の小さい材料を用いることにより、加熱マッフルから冷却マッフルに向かって熱が伝わることを有効に抑制できる。

（２）断熱構造部材を、その壁の厚さが一定でない、即ち部分的に小さくなるように構成する。壁に厚さの小さい部分を存在させ、熱の伝わる方向（例えば、加熱マッフルから冷却マッフルに向かう方向）に対して垂直な断面（以下、この面を熱伝導断面という）の面積を小さくすれば、その断面において、加熱マッフルから冷却マッフルに向かって熱が伝わることを有効に防止できる。厚さが部分的に小さい壁は、凹部（例えば溝部）を有する壁である。

（３）断熱構造部材の少なくとも一部を薄板で構成する。即ち、断熱構造部材の壁の少なくとも一部を薄板とする。ここで、「薄板」とは、マッフルの壁の厚さよりも小さい厚さを有する板状物をいう。この断熱構造部材は、上記（２）と同様、少なくとも一部を熱伝導断面面積が小さい板状物で構成したものであり、マッフル間の熱伝導を有効に抑制する。

断熱構造部材は、上記（１）～（３）の構成の少なくとも２つを組合せたものであってよい。好ましくは、断熱構造部材は、断熱構造部材が無い場合と比較し

て、熱処理装置に供給される熱エネルギーを10%以上減少させるように構成される。

本発明の熱処理装置においては、防熱板状部材が、断熱構造部材のトンネル構造の両端部の少なくとも一方に、被処理物の通過を妨げることなく設けられていることが好ましい。

防熱板状部材とは、それにより隔てられる空間と空間との間でそれが設けられない場合に生じる対流伝熱を防止するとともに、一方の空間から他方の空間への輻射伝熱を防止する面を与える板状物をいう。

また、防熱板状部材は、表面からの熱輻射による熱損失を小さくするために、例えば鏡面のような熱反射率の大きい表面を有するものであることが好ましい。

防熱板状部材は、断熱構造部材の両端部の少なくとも一方に設けられる。それにより、断熱構造部材が有する空洞部の一部とマッフル内の熱処理ゾーンは、断熱構造部材の両端部にて、防熱板状部材によって隔てられることとなる。断熱構造部材の両端部は、各マッフルの断熱構造部材と接する側の端部ともいえる。したがって、断熱構造部材の両端部の少なくとも一方に防熱板状部材が設けられた状態には、防熱板状部材が断熱構造部材とマッフルとの間に挟まれた状態、および防熱板状部材がマッフルの端部にて、マッフルの内壁面に例えば溶接または接着等により取り付けられた状態が含まれる。また、防熱板状部材は、伝熱を防止する面が伝熱の方向（一般には被処理物の搬送方向）と角度をなすように（即ち平行とならないように）設けられる。好ましくは、防熱板状部材の伝熱防止面は、伝熱の方向と直交する。

別法として、防熱板状部材は、断熱構造部材のトンネル構造の内部、即ち断熱構造部材の空洞部の内部に設けてもよい。その場合、防熱板状部材は、断熱構造部材の内壁面に溶接または接着等により取り付けられる。あるいは、断熱構造部材を2つのパーツで構成し、2つのパーツ間に防熱板状部材を挟んでもよい。

防熱板状部材は、被処理物の通過を妨げることなく設けられる。具体的には、防熱板状部材に開口部または切り欠きを設け、被処理物および場合により搬送体が当該開口部および切り欠きを通過し得るようにすれば、被処理物の通過は妨げられない。

防熱板状部材を用いることにより、加熱ゾーンと冷却ゾーンの雰囲気間で生じる対流伝熱および加熱マッフルの壁の内側面からの輻射伝熱が有効に抑制される。したがって、防熱板状部材を断熱構造部材と組み合わせて使用することにより、熱処理装置における熱損失をより小さくし得る。

- 5 防熱板状部材と組み合わせる断熱構造部材は、上記（１）～（３）のいずれか１つの構成、または（１）～（３）のうち少なくとも２つを組み合わせた構成を有する断熱構造部材である。

10 以上において、本発明の第１の要旨として、熱処理室としてマッフルを含む熱処理装置を説明したが、本発明はマッフルでない熱処理室を複数含む熱処理装置にも適用できる。そのような熱処理装置は、例えば、加熱手段または冷却手段が熱処理室内に設けられ、被処理物が直接的に加熱または冷却されるようなものである。

15 即ち、本発明は第２の要旨において、複数の熱処理室を含んで成り、熱処理室内で被処理物が搬送されて熱処理される熱処理装置であって、熱処理室内の温度が相互に異なる、少なくとも１組の隣接する２つの熱処理室が断熱構造部材を介して接続されており、断熱構造部材は被処理物が通過するトンネル構造を有している熱処理装置を提供する。第２の要旨において提供される熱処理装置は、上記第１の要旨において提供される熱処理装置を含む。換言すれば、第１の要旨において提供される熱処理装置は、第２の要旨において提供される熱処理装置において、熱処理室内の温度が相互に異なる、少なくとも１組の隣接する２つの熱処理室がマッフルであり、当該２つのマッフルが断熱構造部材を介して接続されたものに相当する。

20 この熱処理装置において、断熱構造部材は、２つの熱処理室を画定する壁の間に挿入されて、熱処理室間で生じる熱伝導を有効に抑制する。断熱構造部材の具体的な構成は、マッフル間の断熱構造部材に関して先に説明したものと同様であり、熱処理室の壁の材料および厚さ等に応じて選択される。

25 第２の要旨において提供される熱処理装置においても、防熱板状部材と断熱構造部材を組合せて使用することが好ましい。その場合にも、熱処理装置における熱損失はより小さくなる。

5 以上において説明した本発明の熱処理装置において、断熱構造部材は、接続部分で熱伝導が生じる2つの隣接する熱処理室間（マッフル炉の場合はマッフル間）に配置される。したがって、断熱構造部材は、一方の熱処理室内の温度（一般には熱処理室内の雰囲気ガスの温度）が他方のそれよりも高い高温熱処理室—低温熱処理室間（マッフル炉の場合は高温マッフル—低温マッフル間）に配置される。

10 熱処理室内の温度差が大きいほど、熱伝導による熱損失がより大きくなり、これを減少させることが望まれる。したがって、2つの隣接する熱処理室間の熱処理室内の温度差が大きいほど、それらの間に断熱構造部材を配置することがより好ましく、より大きな効果（即ち熱損失の減少）が得られる。断熱構造部材が配置される熱処理室の組合せは、例えば、一方の熱処理室内がヒータ等によって加熱され、熱処理室内の温度が400℃以上である加熱室または徐冷室であり、他方の熱処理室が冷却水等の冷媒によって冷却され、熱処理室内の温度が室温程度である冷却室（急冷室）である。

15 2つの隣接する熱処理室は、ともにヒータ等によって加熱される場合でも、一方の熱処理室内の温度が他方のそれよりも数十度℃（例えば20℃）以上高くなるように設定されることがある。そのような2つの隣接する熱処理室の組合せとして、例えば、低温で加熱する加熱室と高温で加熱する加熱室との組合せがある。断熱構造部材は、そのような2つの隣接する熱処理室間に配置してもよい。

20 防熱板状部材を使用する場合、防熱板状部材は、熱処理室内の温度が高い熱処理室（加熱室）と接する側の断熱構造部材の端部に設けることが好ましい。高温の熱処理室の近くに防熱板状部材を設けると、熱損失をより小さくできる。

25 本発明の熱処理装置によってもたらされる効果は次のとおりである。本発明の熱処理装置は、2つの隣接する熱処理室（例えばマッフル）間に断熱構造部材、および適宜、防熱板状部材を配置することを特徴とするものである。この特徴により、熱処理装置（例えばマッフル構造型加熱炉等）での熱損失量を小さくすることができるから、熱処理装置で消費されるトータルの熱エネルギーを削減できる。したがって、本発明によれば、熱処理後の製品の品質および歩留まりに影響を与えることなく、省エネルギー化が図れるとともに、製品を安価なランニング

コストで製造することが可能となる。

さらに、上記断熱構造部材および防熱板状部材は、モータ等を用いて機械的に動かす（例えば上下動させる）部材を含まない。したがって、本発明の熱処理装置は、隣接する2つの熱処理室のうち、一方の熱処理室内の温度がモータ等による機械的な動きを困難にするほど高い場合でも、上記の効果を良好に奏する。

さらにまた、上記断熱構造部材および防熱板状部材は、熱処理室内の雰囲気ガスを熱処理室の外部に漏出させることなく、2つの隣接する熱処理室間の伝熱を抑制し得る。したがって、本発明の熱処理装置によれば、熱処理室内の雰囲気ガスを乱すことなく、有効熱効率をより高くして安定的に被処理物を熱処理することが可能である。

#### 図面の簡単な説明

図1は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に断熱構造部材を配置した本発明の熱処理装置の一例を部分的に模式的に示す断面図である。

図2は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に断熱構造部材を配置した本発明の熱処理装置の別の一例を部分的に模式的に示す断面図である。

図3は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に断熱構造部材を配置した本発明の熱処理装置の更に別の一例を模式的に部分的に示す断面図である。

図4は、凹部を有する断熱構造部材の壁の一例を模式的に示す斜視図である。

図5は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に薄板から成る断熱構造部材を配置した本発明の熱処理装置の更に別の一例を部分的に模式的に示す断面図である。

図6は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に別の薄板から成る断熱構造部材を配置した本発明の熱処理装置の更に別の一例を部分的に模式的に示す断面図である。

図7は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に変形可能な断熱構造部材を配置した本発明の熱処理装置の更に別の一例を部分的に模式的に示す断面図である。

図8は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に別の変形可能な断熱構造部材を配置した本発明の熱処理装置の更に別の一例を部分的に模式的に示す断面図である。

図 9 は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に断熱構造部材を、加熱マッフルと断熱構造部材との間に防熱板状部材を配置した本発明の熱処理装置の更に別の一例を部分的に模式的に示す断面図である。

図 10 A～C はそれぞれ防熱板状部材の一例を模式的に示す、被処理物の進行方向から見た模式的正面図である。

図 11 は、本発明の熱処理装置と従来の熱処理装置の電力消費量を比較したグラフである。

図 12 は、従来のマッフル構造型加熱炉の熱勘定図の一例である。

図 13 は、従来のマッフル構造型加熱炉の斜視図である。

図 14 は、従来のマッフル構造型加熱炉のマッフルの接続部分を模式的に示す断面図である。

#### 発明を実施するための形態

本発明の第 1 の要旨に係る熱処理装置は、複数のマッフルを熱処理室として含んで成り、マッフル内で被処理物が搬送されて熱処理される熱処理装置である。そのような熱処理装置としては、例えば、すべての熱処理室がマッフルであるもの、および一部の熱処理室のみがマッフルであるものがある。熱処理装置は、熱処理の種類に応じて 1 もしくは複数の加熱ゾーンおよび/または 1 もしくは複数の冷却ゾーンを含む。熱処理装置には、加熱ゾーンとして、昇温ゾーンのほか、必要に応じて恒温ゾーンを含む。

加熱ゾーンおよび冷却ゾーンは、被処理物が所望のように熱処理されるようにいずれかの組合せで配置することができる。例えば、被処理物を昇温した後、降温してから熱処理装置外へ搬送するように、被処理物の進行方向に沿って、1 またはそれ以上の加熱ゾーンおよび 1 またはそれ以上の冷却ゾーンをこの順に配置してよい。あるいは、1 またはそれ以上の加熱ゾーンと 1 またはそれ以上の冷却ゾーンを交互に配置してもよい。あるいは、被処理物が、昇温ゾーン、恒温ゾーンおよび降温ゾーンをこの順に通過するように、昇温するための加熱ゾーン、温度を維持するための加熱ゾーン、および冷却ゾーンの 3 種類の熱処理ゾーンをこの順に配置してもよい。その他、従来のマッフル炉で採用されていた熱処理ゾー

ンのいずれの配置をも適用できる。

本発明の第1の要旨に係る熱処理装置においては、接続部分において大きな熱伝導が生じる2つの隣接するマッフル間（例えばマッフル内の温度差が800℃以上である隣接するマッフル間）に断熱構造部材が設けられる。断熱構造部材の  
5 好ましい態様を図面を参照して説明する。

図1は、加熱マッフルと冷却マッフルとの間に設けられた、マッフルを構成する材料の熱伝導率よりも小さい熱伝導率を有する材料から成る壁で構成された断熱構造部材の一例を示す。図1は、図14と同様、加熱マッフル(10)と冷却マッフル(13)の接続部分を模式的に示したものであり、図1において、図14で  
10 使用された符号と同じ符号は、図14においてそれらが表す要素と同じ要素を表している。

図示した態様において、被処理物は各マッフル内を図1のx-y平面と平行な面上をx方向に進行する。y方向は本図の紙面に対して鉛直な方向に相当する。加熱マッフル(10)および冷却マッフル(13)は、被処理物が進行できるように、  
15 x方向に延びる貫通した空洞部を熱処理ゾーン(14a, 14b)として有している。図示した態様において、加熱マッフル(10)は、熱処理ゾーン(14a)の延びる方向（図ではx方向）に垂直な断面（以下、特に断りのない限り空洞部に関して単に「断面」というときはこの断面を指すものとする）が例えば弓形または矩形であるトンネル構造を有しており、冷却マッフル(13)は熱処理ゾーン(14b)  
20 の断面が例えば弓形または矩形であるトンネル構造を有している。加熱マッフル(10)の熱処理ゾーン(14a)の断面積は冷却マッフル(13)の熱処理ゾーン(14b)のそれよりも大きい。

加熱マッフル(10)および冷却マッフル(13)にはそれぞれ加熱ヒータ(9)および冷却水管(11)が、x-y平面に平行な2つの外壁面に設けられている。  
25 被処理物は加熱マッフル(10)で加熱されて高温（例えば、800℃）となり、続いて冷却マッフル(13)で室温と同程度の温度にまで冷却される。したがって、冷却マッフル(13)内は急冷ゾーンに相当する。

断熱構造部材(19)の壁を構成する材料は、加熱マッフル(10)および冷却マッフル(13)を構成する材料の熱伝導率よりも小さい熱伝導率を有するよう、加

熱マッフル (10) および冷却マッフル (13) を構成する材料に応じて選択される。

一般的なマッフル炉において、マッフルは、ステンレスまたはインコネル等の金属材料で構成される。したがって、断熱構造部材は、それらの熱伝導率よりも小さい熱伝導率を有する材料、具体的には、セラミック、シリカおよび煉瓦等から選択される無機材料、またはこれらの無機材料から成る多孔質材料（例えば中空体またはガラスビーズを焼結したもの）から成る壁で構成することが好ましい。

断熱構造部材 (19) もまた、その内部を被処理物が進行できるよう、 $x$  方向に延びる貫通した空洞部 (190) を備えたトンネル構造を有している。図示した態様においては、断熱構造部材 (19) の空洞部 (190) は、冷却マッフル (13) の熱処理ゾーン (14b) の断面と一致するように形成され、冷却マッフル (13) の内壁面と断熱構造部材 (19) の内壁面とが面一となるように配置されている。そのため、断熱構造部材 (19) の端面の一部 (19d) は加熱ゾーンに露出されている。加熱ゾーンに露出している部分 (19d) は、加熱マッフル (10) 内の雰囲気ガスが冷却マッフル (13) へ移動することを阻止する。また、断熱構造部材 (19) は、 $x-y$  平面に平行な壁のうち、一方 (図 1 においては上方の壁) が他方よりも厚くなっている。

断熱構造部材 (19) は、各マッフルとの接続のために、その端部に接続部としてフランジ (19a) を有する。マッフル接続部 (16) と断熱構造部材接続部 (19a) は、ボルト/ナット (18) により機械的に接続されている。マッフルと断熱構造部材の接続部 (16, 19a) の間には、不燃性の材料（例えば、石綿、不燃カーボン系材料）から成るシール材 (17) が挟み込まれている。これは、各マッフル (10, 13) の内側にある雰囲気ガスをマッフルと断熱構造部材の接続部分から漏出させないために用いられる。

図 1 に示す断熱構造部材は熱伝導率の小さい材料を用いて構成する断熱構造部材の一例にすぎない。別の例を図 2 に示す。図 2 において、図 1 で使用された符号と同じ符号は、図 1 においてそれらが表す要素と同じ要素を表す。また、図 2 には、図 1 では示していない搬送体 (メッシュベルト) (24) および被処理物 (25) を併せて示している。

熱伝導率の小さい材料から成る断熱構造部材は、熱処理および熱処理装置全体



の機械的強度等に悪影響を及ぼさず、また、マッフル間の熱伝導を有効に抑制し得る限りにおいて、いずれの形状および寸法を有してよい。断熱構造部材は、マッフルの寸法、隣接する熱処理室内の温度（雰囲気ガスの温度）の差、およびマッフル間で生じる熱伝導を抑制すべき度合い等を考慮して設計すればよい。例えば、空洞部の断面は矩形のほか、円形、半円形または弓形であってよい。一般に、断熱構造部材の長さ（被処理物の進行方向における長さ）が大きいほど、また、断熱構造部材の壁が薄いほど、マッフル間の熱伝導をより抑制でき、したがって熱損失をより減少させることができる。

好ましい断熱構造部材の一例として、空洞部の断面の形状が半円形（またはアーケード型）であり、長さが100～300mmであり、壁の厚さが10～30mmである断熱構造部材が挙げられる。尤も、これは一例にすぎず、断熱構造部材の形状および寸法は被処理物の種類等に応じて適宜選択される。

図3は、マッフル間に配置された、断熱構造部材を構成する壁の厚さが一定でない断熱構造部材の一例である。図3において図1で使用された符号と同じ符号は、図1においてそれらが表す要素と同じ要素を表している。

図3に示す断熱構造部材は、図1に示す断熱構造部材のx-y平面に平行な壁の外側表面に、y方向に延びる溝状の凹部（20a）を有するものである。その結果、凹部（20a）においては壁の厚さが小さくなって、熱伝導断面積が小さくなっているため、熱が伝わりにくい。

凹部の形状、凹部の深さ、凹部の数および凹部の方向等は、熱処理および熱処理装置全体の機械的強度等に悪影響を及ぼさず、また、マッフル間の熱伝導を有効に抑制し得る限りにおいて、特定の形状、深さ、数および方向等に限定されない。例えば、溝状の凹部は図3のような楔形状でなく、矩形のものであってもよい。溝状の凹部はy方向ではなく、x方向に延びていてもよい。一般に、凹部の深さが深いほど、また、凹部の数が多いほど、マッフル間の熱伝導をより抑制でき、したがって熱損失を減少させることができる。

凹部は、断熱構造部材の壁の任意の場所にあってよい。例えば、断熱構造部材が、矩形または正方形の断面の空洞部を有する方形の管状体である場合には、構造部材を形成するする4面の壁のうち、少なくとも1面の壁に少なくとも1つの

凹部があればよい。凹部は、好ましくは加熱マッフル（高温マッフル）に近い側に設けられる。凹部は、断熱構造部材の壁の外側表面に加えて、内側表面にあってもよい。あるいは、凹部は断熱構造部材の壁の内側表面のみにあってもよく、または外側表面および内側表面の両方にあってもよい。

- 5       凹部は、例えば、断熱構造部材を構成する壁を切削等して形成することができる。あるいは、凹部を有するように成形した壁を用いてもよい。

凹部は、好ましくは、その幅が30～50mm程度であり、深さが5～15mm程度である楔形状の断面を有する溝状であって、空洞部の断面の周方向に延びる（即ち、空洞部を囲む）溝状である。そのような凹部は、好ましくは、1つの断熱構造部材につき2～5個形成される。

10

溝状の凹部を有する断熱構造部材の壁は、厚さが一定でない断熱構造部材の壁の一態様である。厚さが一定でない断熱構造部材の壁としては他に、例えば図4に示すように、壁の外側表面および／または内側表面に小さなくぼみ（20b）を複数個設けた壁がある。

- 15       厚さが一定でない壁は、マッフルを構成する材料よりも小さい熱伝導率を有する材料で形成することが好ましい。このような壁を用いて断熱構造部材を構成すれば、マッフルとマッフルとの間で生じる熱伝導をより有効に抑制することができる。

図5および図6は、加熱マッフル（10）と冷却マッフル（13）との間に配置された、全体が薄板で構成された断熱構造部材の一例である。図5および図6において、図1および図2で使用された符号と同じ符号は、図1および図2においてそれらが表す要素と同じ要素を表している。この態様の断熱構造部材は、壁の熱伝導断面積が全体にわたって小さく、それによりマッフル間の熱伝導を有効に抑制する。

20

- 25       図5において、断熱構造部材（21）は全体が薄板で構成され、x方向に延びる貫通した空洞部（210）を有している。空洞部（210）の断面は矩形である。断熱構造部材（21）には、薄板を折り曲げて形成したフランジ（21a）が設けられている。このフランジ（21a）の折曲げ角度を調節することにより、空洞部（210）の両端の断面を、それぞれ加熱マッフル（10）と冷却マッフル（13）の

熱処理ゾーン（14a, 14b）の断面に一致させている。

図6においては、薄板から成る断熱構造部材（21）を、接続部材（22）を使用してマッフル接続部（16）に接続している。断熱構造部材（21）は、適当な手段（例えば、耐熱接着剤、カシメ、または溶接等）により、接続部材（22）に固定する。接続部材（22）は、例えば、マッフルを構成する材料と同じ材料（例えばステンレス等）から成る。

少なくとも一部が薄板から成る断熱構造部材の形状寸法および材料等は、熱処理および熱処理装置全体の機械的強度等に悪影響を及ぼさず、また、マッフル間の熱伝導を有効に抑制し得る限りにおいて、特定のものに限定されない。但し、断熱構造部材において、薄板で構成された部分の機械的強度は小さくなる傾向にあり、薄板を用いる場合には特にその点を考慮する必要がある。

薄板の厚さは、マッフルを構成する壁の厚さよりも小さい。マッフルを構成する壁の厚さが一定でない場合、薄板の厚さはマッフルの壁の最も小さい厚さよりも小さくすることが好ましい。薄板の厚さが小さいほど、マッフルとマッフルの間に伝導する熱エネルギーをより小さくすることができる。薄板の厚さは、好ましくは、マッフルの壁の厚さの $1/2 \sim 1/50$ 、より好ましくは $1/10 \sim 1/20$ である。

薄板は熱伝導断面積が十分に小さく、そのことがマッフル間で伝導する熱エネルギーを小さくするから、薄板を構成する材料の熱伝導率がマッフルとマッフルの間で生じる熱伝導に及ぼす影響は小さい。したがって、薄板を構成する材料は特定の材料に限定されない。薄板は、例えば、マッフルを構成する材料と同じ材料で構成してもよく、具体的には、薄板は、ステンレス鋼またはインコネルで構成してよい。薄板は、熱伝導率の小さい材料、例えば、セラミック、カーボンもしくは石英ガラスで構成してもよい。薄板は、前記材料で構成したメッシュ材であって、圧力差が無いときにガスを実質的に透過させない濾過用メッシュ材であってよい。あるいは、薄板は、メッシュ材を金属箔で被覆したもの又は複数のメッシュ材を重ねたものであってもよい。熱処理温度が低い場合または熱による機械的強度の低下等が生じない場合には、耐熱性樹脂で薄板を構成してもよい。

薄板は断熱構造部材の一部のみを構成してよい。例えば、断熱構造部材の一部

を薄板とし、その他の部分を、熱伝導率の小さい材料から成る厚い壁で構成して、熱処理装置の機械的強度を確保するようにしてもよい。例えば、断熱構造部材が矩形または正方形の断面の空洞部を有する方形体である場合、向かい合う1組の壁を薄板で構成し、他の1組の壁を熱伝導率の小さい材料からなる厚い（例えばマッフルの壁と同じ厚さまたはそれよりも大きい厚さを有する）壁としてもよい。

一般に、熱処理中、加熱によりマッフルの伸び及び熱変形が発生して、マッフルの接続部分に応力が集中し、その結果、マッフル間で隙間が生じてマッフル内の雰囲気ガスが漏出することがある。同様のことは、マッフルとマッフルの間に上記断熱構造部材を設けた場合、マッフルと断熱構造部材との接続部分においても生じやすい。マッフル内の雰囲気ガスが漏出すると、例えばガスが腐食性であれば装置に錆が生じる、あるいはガスが有毒であれば人体に悪影響を及ぼすという不都合が生じる。かかる不都合は、断熱構造部材を容易に変形し得る構造とすることで回避できる。即ち、変形可能な断熱構造部材を一種の応力吸収材として作用させることにより、マッフルに伸び等が生じて、接続部分に応力が集中することを緩和できる。

具体的には、断熱構造部材を図7に示すような構造とすることが好ましい。図7は、全体を薄板で構成した断熱構造部材であって、変形可能なものの一例を示す。図7において、図5で使用された符号と同じ符号は、図5においてそれらが表す要素と同じ要素を表している。

図7に示す断熱構造部材(21)は、複数の曲げ部(23)を形成した薄板を用いて、曲げ部(23)のリブ(23a)が被処理物の進行方向に対して垂直となるように構成したものである。この曲げ部(23)は、マッフルの伸びおよび/または熱変形等が生じた場合に直ちに變形して、マッフルと断熱構造部材との接続部分に応力が集中することを防止する。曲げ部のリブは、図示するように被処理物の進行方向に対して垂直な方向に伸びていることが好ましいが、被処理物の進行方向に対して平行でない方向であればいずれの方向に伸びていてよい。曲げ部は、リブが断熱構造部材の内壁面に形成されるように形成してよい。曲げ部のリブは、その頂部が尖っていない湾曲したものであってよい。

変形可能な断熱構造部材の別の態様の一例を図8に示す。図8において、図1

で使用された符号と同じ符号は、図 1 においてそれらが表す要素と同じ要素を表している。図 8 に示す断熱構造部材 (19) は、図 1 と同様、マッフルを構成する材料よりも小さい熱伝導率を有する材料で構成したものである。図示した断熱構造部材 (19) は、鉤手部 (19 b) が凹部 (19 c) 内で摺動することにより伸縮して、マッフル部で生じた x 方向の伸びを吸収する。

容易に変形可能なこの断熱構造部材は、マッフルとマッフルの間の接続部分で生じ得る雰囲気ガスの漏出を有効に防止する手段としても有用である。即ち、容易に変形可能な断熱構造部材は、マッフル間の熱伝導を抑制する部材としてだけでなく、マッフルの接続部分のシーリングをより向上させるための接続構造部材として、マッフルとマッフルの間に配置させてよい。

次に、断熱構造部材に加えて防熱板状部材を含む熱処理装置について説明する。図 9 は、防熱板状部材を含む熱処理装置の一例を示し、図 6 に示す熱処理装置に防熱板状部材を配置したものに相当する。図 9 において、図 6 で使用された符号と同じ符号は、図 6 においてそれらが表す要素と同じ要素を表している。図 10 A は、被処理物の進行方向から見た防熱板状部材の正面図である。

防熱板状部材 (26) は、加熱マッフル接続部 (30) と断熱構造部材の接続部材 (22) の間に、シール材 (17) とともに挟み込まれ、ボルト/ナット (18) で固定されている。防熱板状部材 (26) は、図 10 A に示すように、矩形であって、被処理物 (25) と搬送体 (24) が通過するのに必要な大きさの開口部 (29) を有する。図 9 に示す装置においては、防熱板状部材 (26) の 4 辺がそれぞれ、加熱マッフル接続部 (30) と断熱構造部材の接続部材 (22) の間で挟持されている。

図 9 において、防熱板状部材 (26) は、被処理物が通過するのに必要な開口部を除いて、加熱マッフルの端部を遮蔽している。防熱板状部材 (26) を設けることによって、加熱マッフル (10) の熱処理ゾーン (14 a) から冷却マッフル (13) の熱処理ゾーン (14 b) へ雰囲気ガスが流れ込むこと、ならびに加熱マッフル (10) の内壁面から冷却マッフル (13) 内に輻射熱 (図中の白抜き矢印に相当) が伝わることを有効に防止される。

防熱板状部材の別の態様を図 10 B および図 10 C に示す。

図 10 B に示す防熱板状部材は、矩形の板状部材である。この防熱板状部材は、

被処理物 (25) および搬送体 (24) が通過する間隙部 (29') が形成されるように、z 方向の長さが熱処理ゾーンの断面 (破線で表示) の z 方向の長さよりも小さい。

図 10C に示す防熱板状部材は、被処理物 (25) と搬送体 (24) が通過するのに必要な大きさの切り欠き (29'') が形成された矩形の板状部材である。この防熱板状部材もまた、z 方向の長さが熱処理ゾーン (または断熱構造部材の空洞部) の断面 (破線で表示) の z 方向の長さよりも小さい。

図 10B および図 10C に示す防熱板状部材は、例えば、加熱ゾーンの断熱構造部材と接する側の端部が遮蔽されるように、加熱マッフルの内壁面に取り付けられる。図 10B および図 10C に示す防熱板状部材はまた、図 9 に示すようにマッフルと断熱構造部材との間で挟持させてもよい。その場合、防熱板状部材が挟持されないマッフルー断熱構造部材間の接続部分に防熱板状部材の厚さに相当する間隙が生じることがある。そのような間隙が生じる接続部分には、例えば、防熱板状部材と同じ厚さを有する板状部材を挟んで、雰囲気ガスが漏れないようにする必要がある。あるいは、断熱構造部材の一部の寸法を他の部分の寸法と異なるようにすることによって、間隙が生じないようにしてよい。

図 10A ~ C に示す防熱板状部材は、それぞれ例示にすぎず、他の形状を有してよい。

防熱板状部材は、熱処理および熱処理装置全体の機械的強度等に悪影響を及ぼさない限りにおいて、いずれの材料で形成されてよい。防熱板状部材は、例えば、ステンレス鋼板等の金属板、または圧力差が無いときにガスを実質的に通過させないフィルター状のメッシュ材であることが好ましい。さらに、防熱板状部材は、それ自身による輻射伝熱を小さくするために、表面放射率の小さいものであることが好ましい。表面放射率を小さくする方法としては、例えば、防熱板状部材の表面を研磨処理する方法が挙げられる。

以上、本発明の第 1 の要旨に係る熱処理装置を、加熱マッフルと冷却マッフルの接続部分を例に挙げて説明した。本発明の熱処理装置は、一方のマッフル内の温度が他方のマッフル内の温度よりも高い、1 組の隣接する 2 つのマッフルの間、即ち高温マッフルー低温マッフル間に断熱構造部材が設けられた熱処理装置であ

る。上記において説明した加熱マッフルー冷却マッフルの組合せは、高温マッフルー低温マッフルの組合せの1つである。高温マッフルー低温マッフルの別の組合せは、例えば、一方のマッフル内の温度が他方のそれよりも50℃以上高い加熱マッフルー加熱マッフルであり、それらの間に断熱構造部材が設けられた熱処理装置も本発明に含まれる。断熱構造部材はまた、1つの熱処理装置において複数設けられていてよい。

本発明は、マッフル炉だけでなく、複数の熱処理室を有するその他の熱処理装置にも適用される。本発明はまた、バッチ式加熱炉等にも適用できる。いずれの態様の熱処理装置においても、断熱構造部材の材料、形状および寸法等（例えば、断熱構造部材の壁の材料の熱伝導率、および断熱構造部材の壁の一部を薄板で構成する場合の薄板の厚さ等）は、熱処理室の壁の材料や厚さ等に応じて選択するとよい。マッフル炉以外の熱処理装置においても、図10A～Cに示すような防熱板状部材を適宜設けてよい。

本発明の熱処理装置において、被処理物の搬送装置は図示したようなメッシュベルトに限定されず、ローラーハース等のその他の搬送装置であってよい。被処理物は、これらの搬送装置によって連続的に又は間欠的に熱処理室内で搬送される。さらに、本発明の熱処理装置には、上記において説明しなかったその他の部材または要素であって、熱処理装置において常套的に用いられているもの（例えば給排気装置等）を必要に応じて設けることができる。

20

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、搬送方式、加熱方式、および／または用途の如何を問わず、複数の熱処理室を有する熱処理装置に好ましく適用できる。本発明の熱処理装置は、具体的には、プラズマ・ディスプレイ・パネル、太陽電池パネルおよび抵抗チップ等の各種デバイスおよび電子部品を最終製品とする種々の製品の製造過程において熱処理を実施するために使用できる。

25

#### 実施例

本発明を実施例により具体的に説明する。なお、以下において「上」または

「下」というときは、被処理物の搬送面および搬送方向が地表面に対して水平である場合の、鉛直方向における「上」および「下」をいい、単に「長さ」というときは、被処理物の進行方向と平行な方向の長さをいうものとする。また、「幅」とは、被処理物の搬送面と平行であり被処理物の進行方向に対して垂直な方向をいう。

(実施例1)

1つの加熱マッフルと1つの冷却マッフルとから成る熱処理装置であって、熱伝導率の小さい材料から成る壁で形成された断熱構造部材を、図2に示すように加熱マッフルと冷却マッフルとの間に設けた熱処理装置を作製した。

本実施例における加熱マッフル(10)、冷却マッフル(13)、メッシュベルト(24)、被処理物(25)および断熱構造部材(19)の材料および形状寸法は次のとおりである。

1) 加熱マッフル

- ・材料：インコネル600（熱伝導率 $14.8 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ （常温））；
- ・壁の厚さ：10mm；
- ・マッフルの形状：上側壁が弓なりである半円形の断面を有する管状体であって、端面に接続部としてフランジを溶接により一体化したもの；
- ・マッフルの幅×最大高さ×長さ：1000mm×250mm×7000mm；
- ・熱処理ゾーンの断面：幅980mm×最大高さ225mmの半円形；

2) 冷却マッフル

- ・材料：SUS304（熱伝導率 $16.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ （常温））；
- ・壁の厚さ：7mm；
- ・マッフルの形状：矩形の断面を有する管状体であって、端面に接続部としてフランジを溶接により一体化したもの；
- ・マッフルの幅×高さ×長さ：1000mm×60mm×2000mm；
- ・熱処理ゾーンの断面：幅986mm×高さ46mmの矩形

3) メッシュベルト

- ・材料：SUS316；
- ・幅×厚さ：940mm×10mm



## 4) 被処理物

- ・ P D P 用ガラス基板；
- ・ 幅×厚さ×長さ：6 0 0 mm×5 mm×9 0 0 mm

## 5) 断熱構造部材

- 5      ・材料：シリカ系耐熱材料（日本マイクロサーム社製、商品名：マイクロサーム、熱伝導率：0. 0 5 W/m・K（常温））；
- ・形状：断面が矩形の空洞部を有する矩形の管状体；
- ・幅×高さ×長さ：1 0 8 6 mm×3 5 0 mm×1 0 0 mm；
- ・上側壁の厚さ：7 0 mm、下側壁の厚さ：5 0 mm、側方の壁の厚さ：2 0 mm；
- 10     ・空洞部の断面：幅9 8 6 mm×高さ4 6 mmの矩形

上記の加熱マッフルと断熱構造部材の間、および冷却マッフルと断熱構造部材の間は、図示するように、マッフルを構成する壁と、断熱構造部材を構成する壁との間にカーボン製シール材（17）を挟み、ボルト／ナット（18）を用いてマッフルのフランジ部（16）と断熱構造部材（19）を固定して接続した。

## 15      （実施例 2）

薄板から成る断熱構造部材を図 6 に示すように加熱マッフルと冷却マッフルとの間に設けて熱処理装置を作製した。実施例 2 の熱処理装置における加熱マッフルおよび冷却マッフルは、実施例 1 のそれらと同じである。

- 20      本実施例では、薄板として厚さ1. 0 mmのステンレス鋼板を用意し、これを用いて、空洞部の断面形状が矩形である長さ1 0 0 mmの断熱構造部材（21）を構成した。また、断熱構造部材とマッフルとを接続するために、ステンレス鋼から成る接続部材（22）を使用した。断熱構造部材（21）を構成する薄板は溶接により接続部材（22）に固定した。

## （実施例 3）

- 25      実施例 2 の熱処理装置において、図 9 に示すように、さらに防熱板状部材（26）を加熱マッフル接続部（30）と断熱構造部材の接続部材（22）との間に配置した熱処理装置を作製した。実施例 3 の熱処理装置における加熱マッフル、冷却マッフルおよび断熱構造部材等は実施例 2 のそれらと同一である。防熱板状部材（26）として、厚さ1. 0 mm、表面放射率0. 0 1 のステンレス鋼板を使用し

た。防熱板状部材には、図10Aに示すように、メッシュベルト(24)および被処理物(25)が通過できるように、高さ25mm、幅980mmの開口部(29)を設けた。

(比較例)

- 5 比較のために、断熱構造部材および防熱板状部材のいずれをも使用せず、図14に示す従来の熱処理装置のように、加熱マッフル(10)と冷却マッフル(13)とをシール材(17)を介して接続した熱処理装置を作製した。

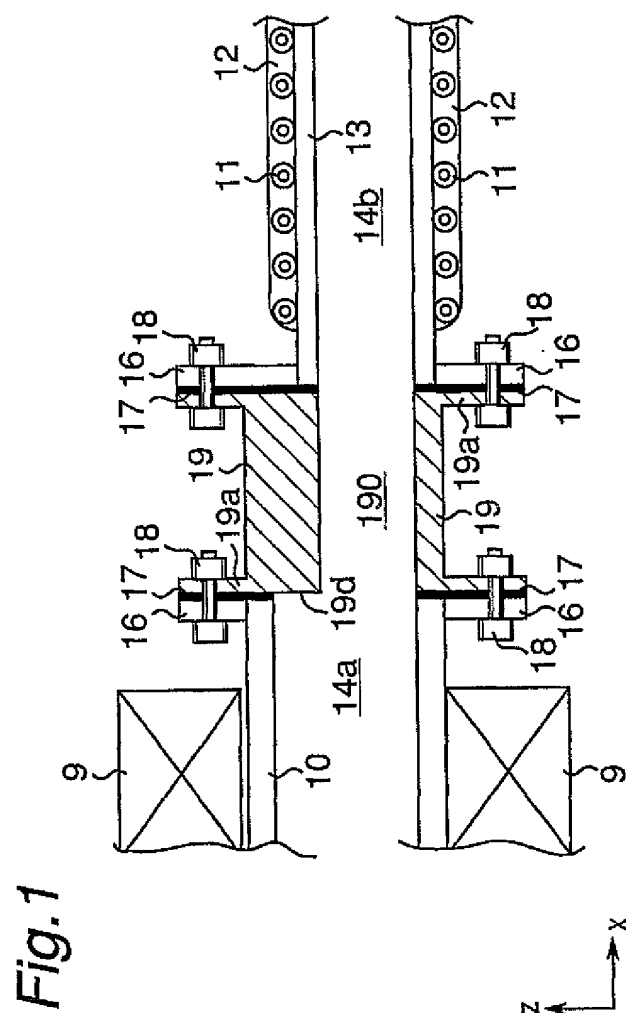
- 10 実施例1～3および比較例の熱処理装置において、加熱ゾーンを加熱するヒータブロックの温度設定を全て850℃とし、冷却ゾーンを冷却する冷却水量を5m<sup>3</sup>/minとし、メッシュベルトの搬送スピードを100mm/minとして、加熱炉に供給される全消費電力量を測定した。各マッフル構造型加熱炉に供給された電力消費量を比較のために図11に示す。

- 15 従来のようにマッフル同士を接続した場合(比較例)、炉全体が消費する電力は40kWであった。比較例の熱処理装置の消費電力40kWを基準100として比較すると、本発明品に相当する実施例1～3の熱処理装置の消費電力は、比較例のそれよりも15～25%程度低下した。実施例3のように防熱板状部材と断熱構造部材を組み合わせると、ヒータ電力消費量を最も多く(25%)削減することができた。このことから、防熱板状部材と断熱構造部材の組合せが、消費電力の低下に最も効果的であることが判る。

## 請 求 の 範 囲

1. 複数の熱処理室を含んで成り、熱処理室内で被処理物が搬送されて熱処理される熱処理装置であって、熱処理室内の温度が相互に異なる、少なくとも1組の隣接する2つの熱処理室が断熱構造部材を介して接続されており、断熱構造部材は被処理物が通過するトンネル構造を有している熱処理装置。
2. 熱処理室内の温度が相互に異なる、少なくとも1組の隣接する2つの熱処理室が、マッフルである請求項1に記載の熱処理装置。
3. 断熱構造部材の壁を構成する材料が熱処理室の壁を構成する材料よりも小さい熱伝導率を有する材料である請求項1または請求項2に記載の熱処理装置。
4. 断熱構造部材の壁の厚さが一定でない請求項1～3のいずれか1項に記載の熱処理装置。
5. 断熱構造部材の壁が溝部を有するものである請求項4に記載の熱処理装置。
6. 断熱構造部材の壁の少なくとも一部が薄板から成る請求項1～3のいずれか1項に記載の熱処理装置。
7. 断熱構造部材が変形可能である請求項1～6のいずれか1項に記載の熱処理装置。
8. 防熱板状部材が、断熱構造部材の両端部の少なくとも一方に、被処理物の通過を妨げることなく設けられている請求項1～7のいずれか1項に記載の熱処理装置。
9. 防熱板状部材が、搬送体と被処理物が通過し得る開口部を有するものである、請求項8に記載の熱処理装置。
10. 熱処理室内の温度が相互に異なる、少なくとも1組の隣接する2つの熱処理室の一方の熱処理室内の温度が、他方の熱処理室内の温度よりも50℃以上高い請求項1～9のいずれか1項に記載の熱処理装置。
11. 熱処理室内の温度が相互に異なる、少なくとも1組の隣接する2つの熱処理室の一方の熱処理室が加熱室であり、他方が冷却室である、請求項10に記載の熱処理装置。
12. 加熱室が加熱マッフルであり、冷却室が冷却マッフルである請求項11に

記載の熱処理装置。



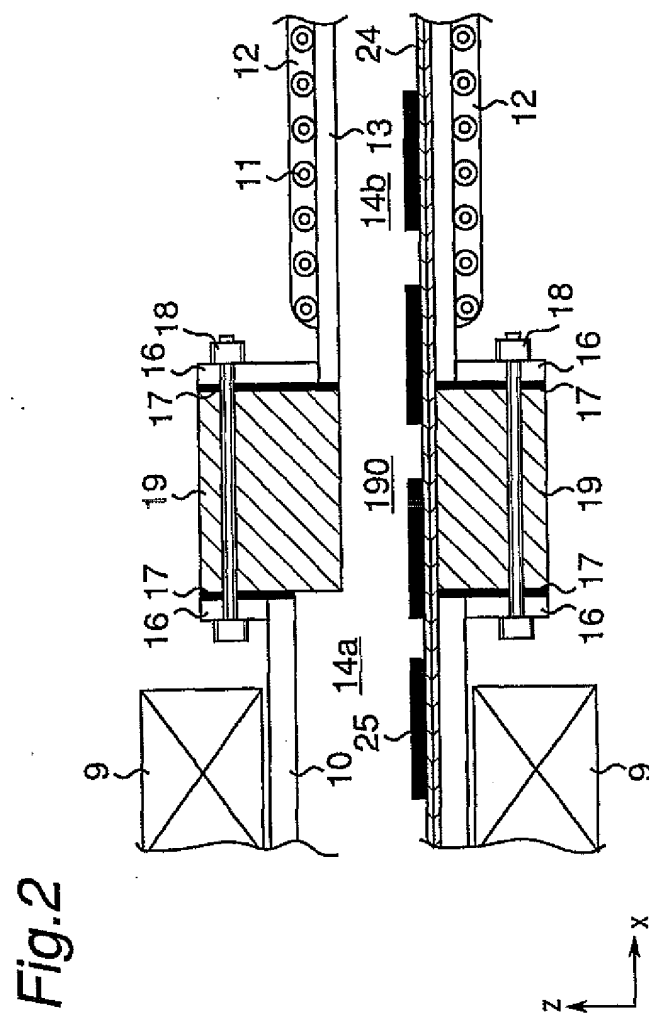
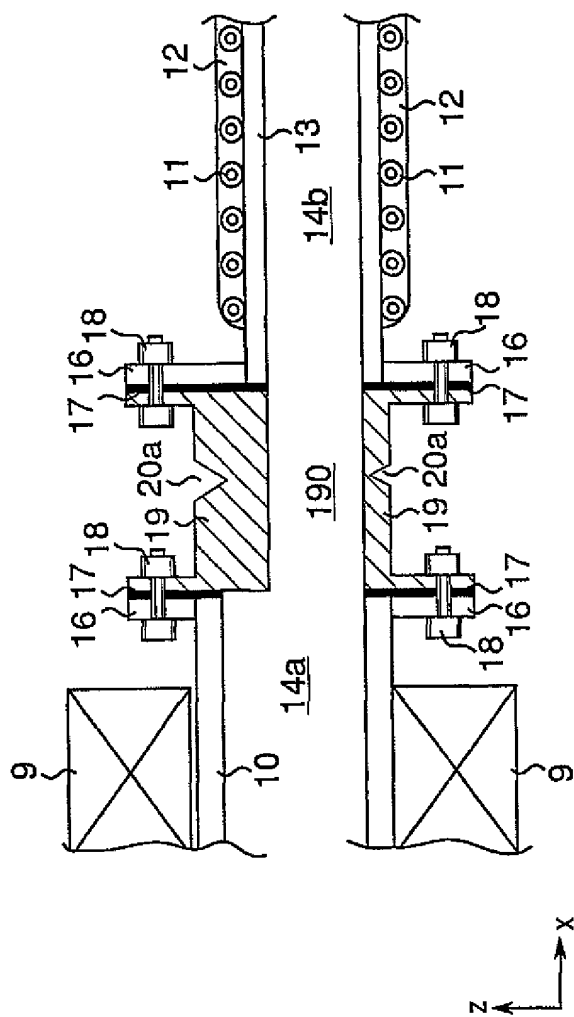


Fig.3



4/14

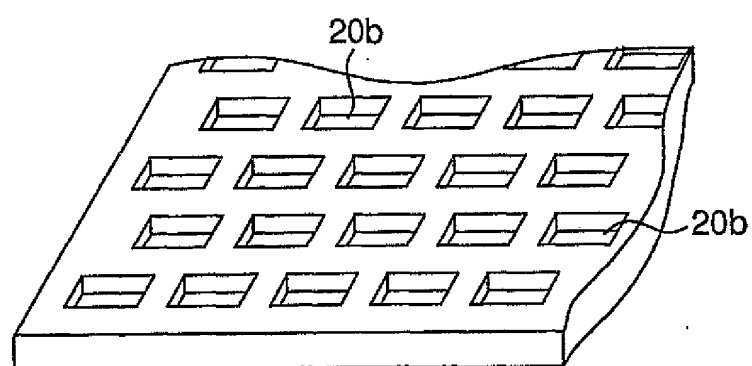
*Fig.4*



Fig.5

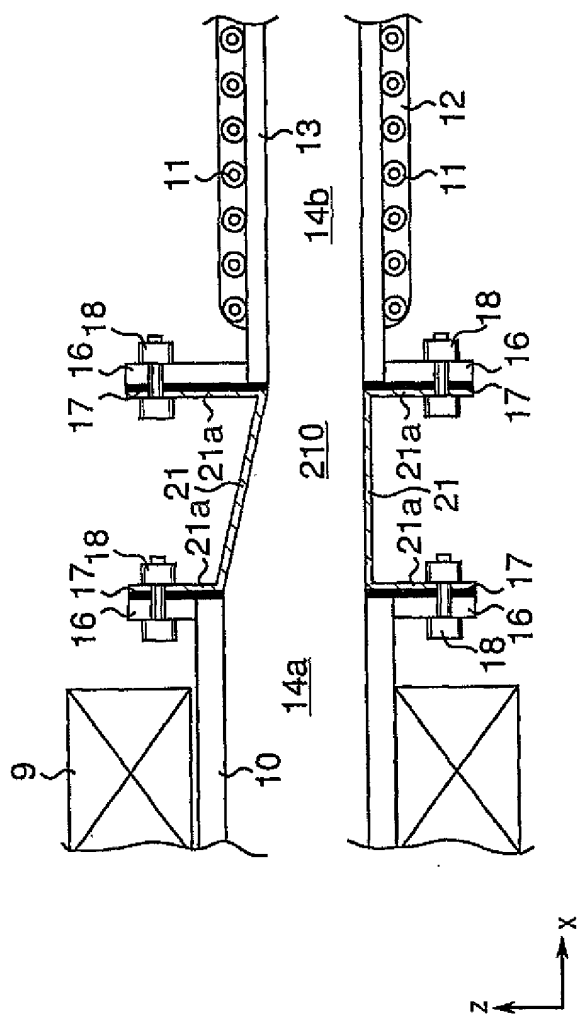


Fig.6

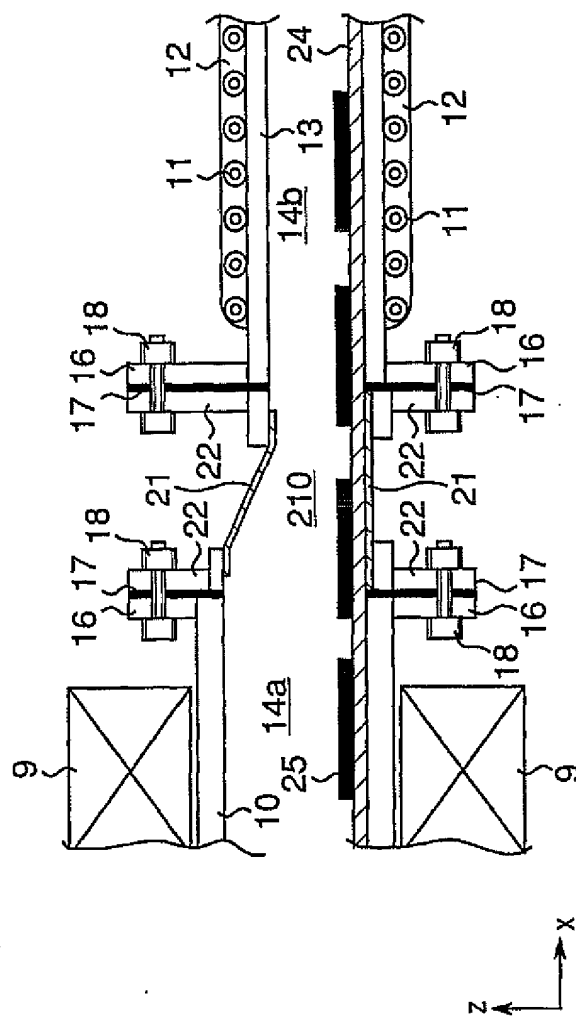


Fig.7

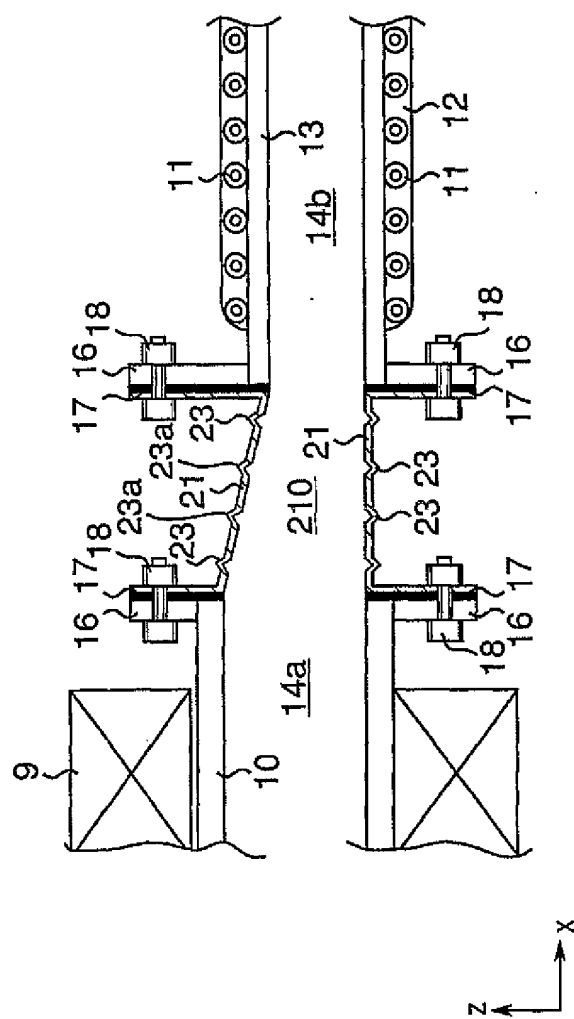
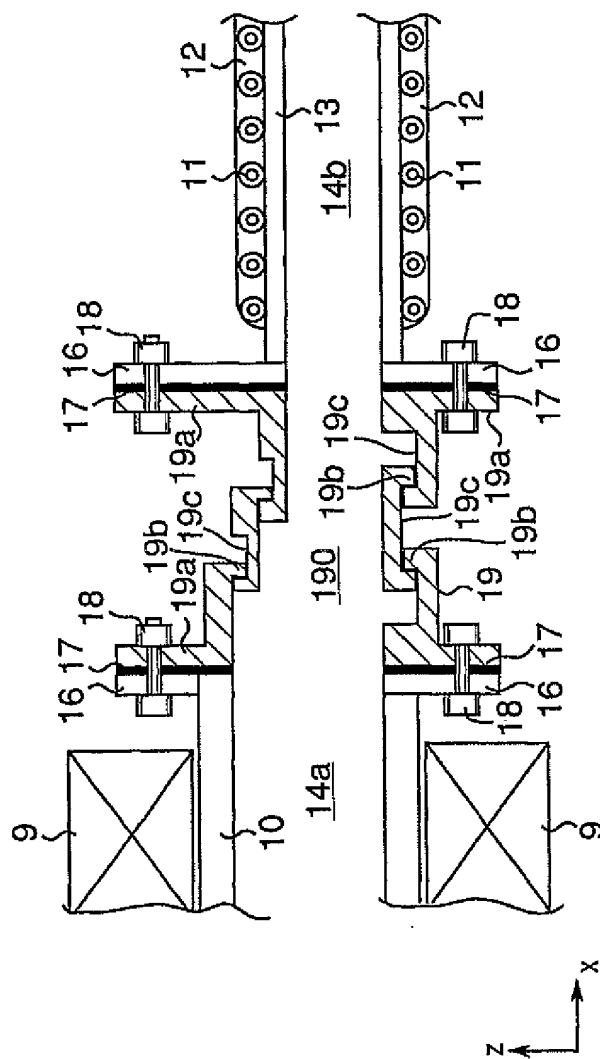
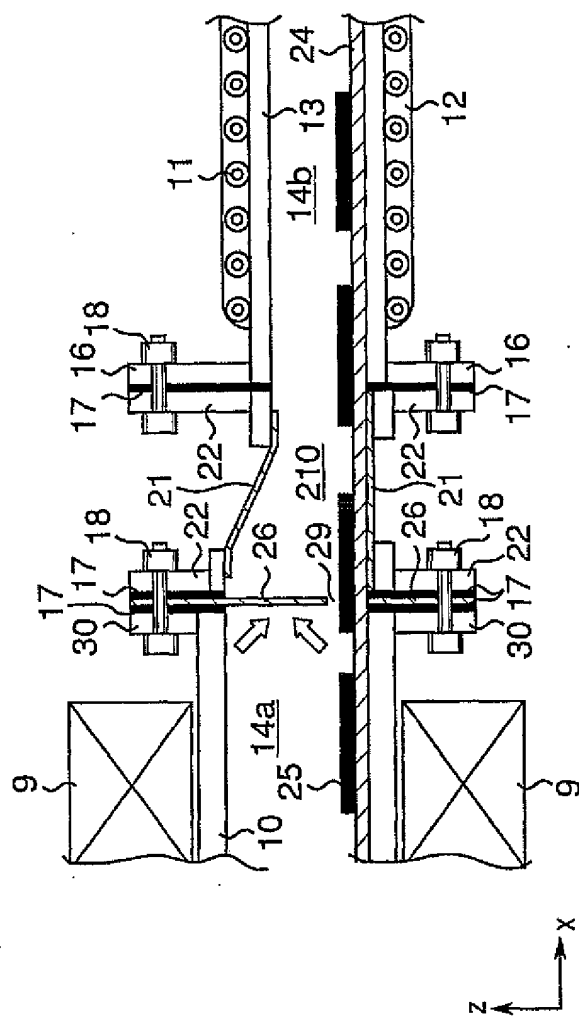


Fig.8

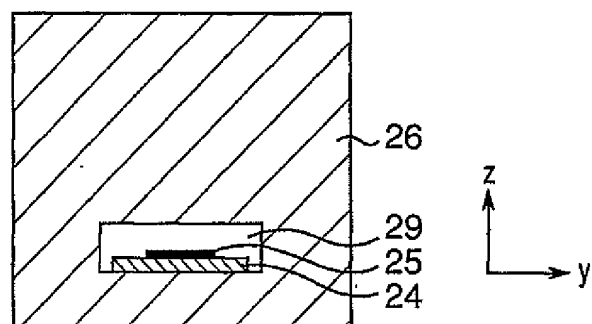
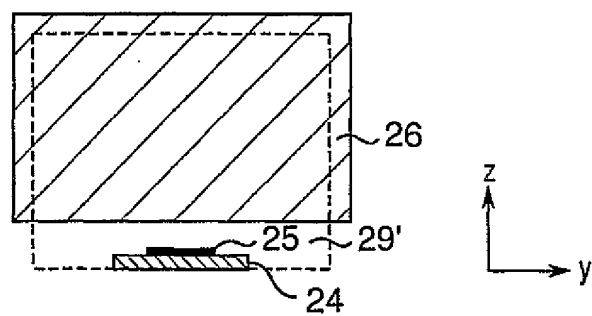
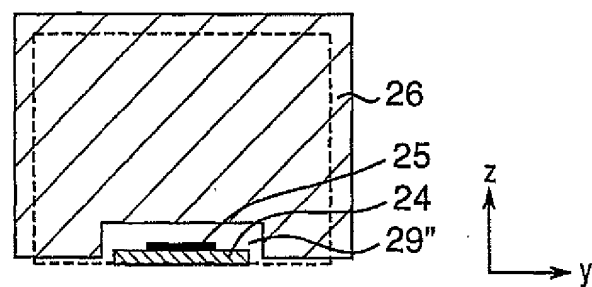


9/14

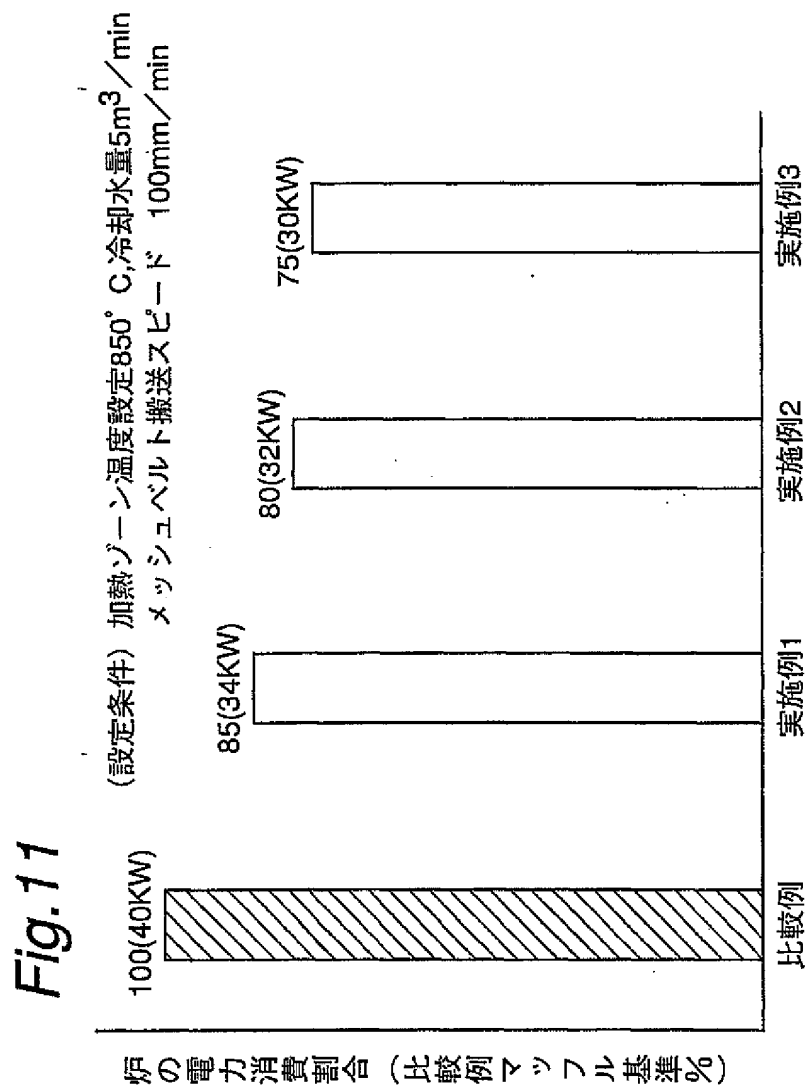
Fig.9



10/14

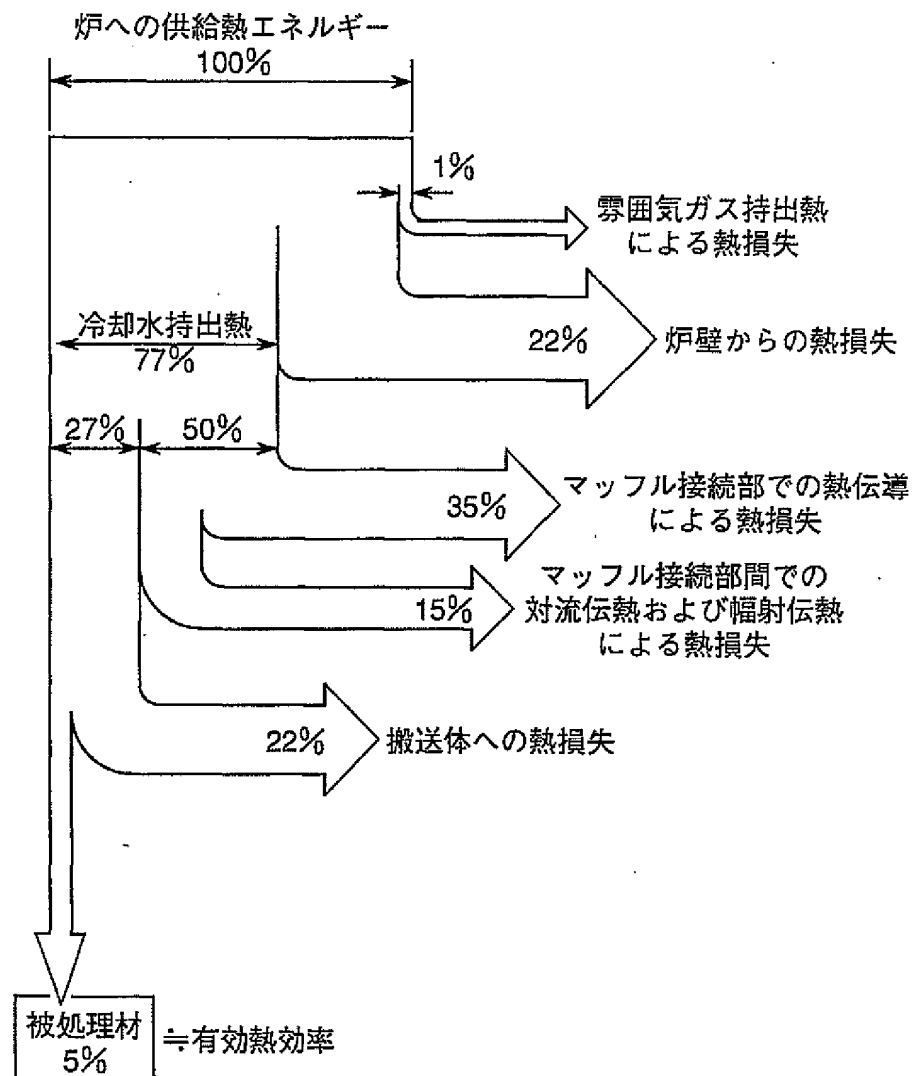
*Fig.10A**Fig.10B**Fig.10C*

11/14



12/14

Fig. 12





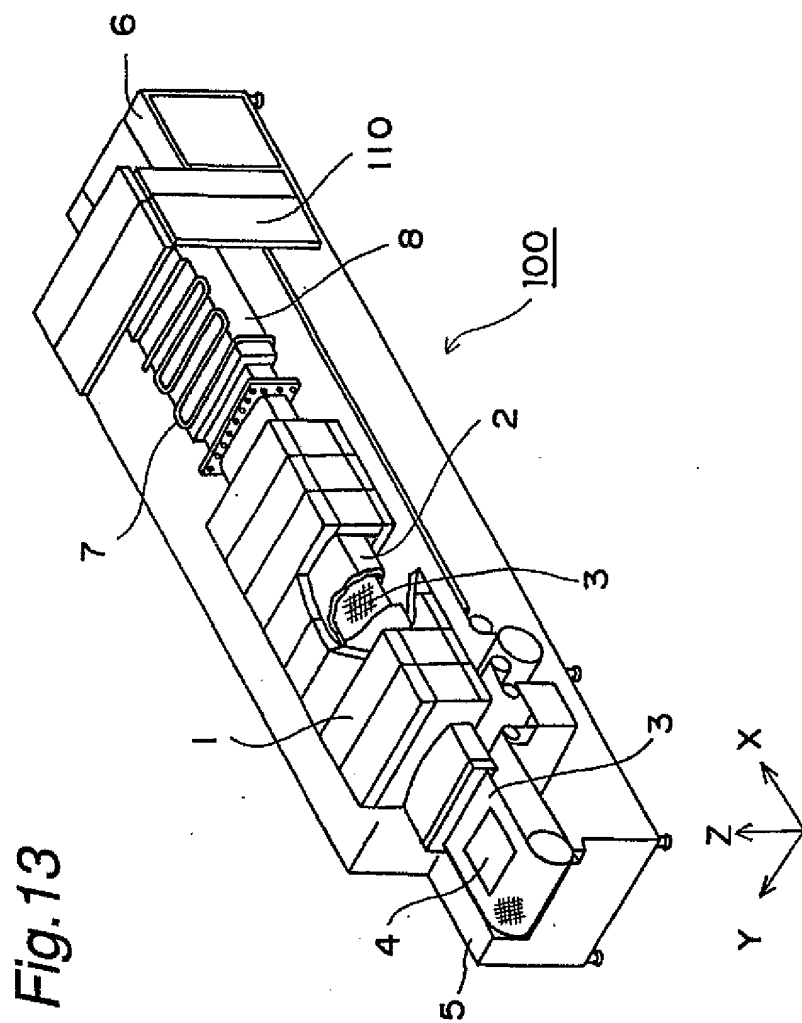


Fig. 14

